

Rec'd PCT/PTO 22 MAR 2005

PCT/EP 03 / 07 / 202

04 JUL 2003

Europäisches  
Patentamt

European  
Patent Office

Office européen  
des brevets

REC'D 19 AUG 2003

WIPO

PCT

Bescheinigung

Certificate

Attestation

Die angehefteten Unterla-  
gen stimmen mit der  
ursprünglich eingereichten  
Fassung der auf dem näch-  
sten Blatt bezeichneten  
europäischen Patentanmel-  
dung überein.

The attached documents  
are exact copies of the  
European patent application  
described on the following  
page, as originally filed.

Les documents fixés à  
cette attestation sont  
conformes à la version  
initialement déposée de  
la demande de brevet  
européen spécifiée à la  
page suivante.

Patentanmeldung Nr. Patent application No. Demande de brevet n°

02021501.8

Der Präsident des Europäischen Patentamts;  
Im Auftrag

For the President of the European Patent Office

Le Président de l'Office européen des brevets  
p.o.

**PRIORITY DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

R C van Dijk



Anmeldung Nr:  
Application no.: 02021501.8  
Demande no:

Anmeldetag:  
Date of filing: 26.09.02  
Date de dépôt:

Anmelder/Applicant(s)/Demandeur(s):

SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT  
Wittelsbacherplatz 2  
80333 München  
ALLEMAGNE

Bezeichnung der Erfindung/Title of the invention/Titre de l'invention:  
(Falls die Bezeichnung der Erfindung nicht angegeben ist, siehe Beschreibung.  
If no title is shown please refer to the description.  
Si aucun titre n'est indiqué se référer à la description.)

Verfahren und Vorrichtung zur Diagnose einer technischen Anlage

In Anspruch genommene Priorität(en) / Priority(ies) claimed / Priorité(s)  
revendiquée(s)  
Staat/Tag/Aktenzeichen/State/Date/File no./Pays/Date/Numéro de dépôt:

Internationale Patentklassifikation/International Patent Classification/  
Classification internationale des brevets:

G05B13/02

Am Anmeldetag benannte Vertragstaaten/Contracting states designated at date of  
filing/Etats contractants désignées lors du dépôt:

AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC NL PT SE SK TR

## Beschreibung

Verfahren und Vorrichtung zur Diagnose einer technischen Anlage

Die Erfindung betrifft ein Verfahren sowie eine Vorrichtung zur Diagnose einer technischen Anlage.

10 Herkömmliche Diagnoseverfahren und Diagnosegeräte stützen sich oftmals auf die Beobachtung und/oder Messung von bestimmten Betriebsparametern der technischen Anlage, wobei ein Über- oder Unterschreiten eines Soll-Wertes eine Wartungsmaßnahme nahe legt.

15 Naturgemäß ist dabei die Ableitung einer notwendigen Handlungsmaßnahme bei Betrachtung von isoliert gemessenen Parametern ungenau und fehleranfällig.

20 Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zu Grunde, ein Verfahren sowie Vorrichtung zur Diagnose einer technischen Anlage anzugeben, mittels welcher insbesondere eine hohe Genauigkeit der Voraussage eines möglichen Fehlers der technischen Anlage erzielbar ist.

25 Die Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch die Gegenstände der beanspruchten unabhängigen Patentansprüche; vorteilhafte Ausführungsformen sind den davon abhängigen Patentansprüchen zu entnehmen..

30 Erfindungsgemäße Ausführungen und Merkmale können umfassen:

Künstlich Intelligenz zur Diagnose von Komponenten einer technischen Anlage, beispielsweise einer Kraftwerksanlage, kann dazu eingesetzt werden, vorausschauend Fehler zu prognostizieren, wobei alle in der technischen Anlage zur Verfügung stehenden Daten herangezogen werden können.

35

200215864

2

Die Schwerpunkte liegen dabei z.B. auf genetischen Algorithmen zur Modellierung sowie auf künstlichen neuronalen Netzen zur Bewältigung von Diagnoseaufgaben.

V

- 5 on besonderem Interesse ist es, den Aufwand der Diagnoseapplikationen im Kraftwerk deutlich zu reduzieren und darüber hinaus eine verbesserte Optimierung der Regelungen zu ermöglichen.
- 10 Eine Verbesserung ist erreicht, wenn einerseits die relevanten Aggregateigenschaften von Komponenten der technischen Anlage, wie beispielsweise Leistung und Energieverbrauch, im Hinblick auf gesetzliche Vorschriften und Ressourcenknappheit reduziert werden.
- 15 Auf der anderen Seite sollen Kundenwünsche nach verbesserter Leistung und Diagnosemöglichkeiten erfüllt werden.

- 20 In die Diagnose mittels genetischer / evolutionärer Algorithmen sind sowohl Großkomponenten als auch kleine Systeme integrierbar.

- 25 Durch die Verbindung von genetischen (evolutionären) Algorithmen mit Kohonen- und/oder Neuronalen Netzen jeglicher Art ist es möglich, Aussagen über den Zustand mindestens einer Komponente der technischen Anlage zu ermöglichen.

- 30 Der Einsatz von genetischen Algorithmen ermöglicht es auch, solche Parameter in die Berechnungen (Diagnose) des Zustandes einer Komponente der technischen Anlage einzubeziehen, die nicht direkt auf diese Komponente der technischen Anlage wirken, beispielsweise als Ein- und/oder Ausgangssignale oder Medienströme.

- 35 Die Methodiken von genetischen Algorithmen (Suchalgorithmen) erlauben darüber hinaus auch dann eine Berechnung des Zustandes einer Komponente der technischen Anlage, wenn die Eingangsparameter zur Bestimmung des Ist-Zustandes weitgehend

200215864

3

unbekannt und/oder nicht oder nur schwer ermittelbar sind, beispielsweise mittels einer aufwendigen Messung.

5) Der Einsatz von künstlicher Intelligenz zur Diagnose ermöglicht es weiterhin, dass bei komplexen Anlagenzuständen Abweichungen von errechneten Ist-Zuständen dem Betreiber der technischen Anlage gemeldet werden.

10 Hierbei wird kann zunächst auf einen konkreten Fehlerhinweis, z.B. über den eng eingegrenzten Fehlerort, verzichtet werden, da Ausfälle von z.B. Sensoren meist von einem vorhandenen Leittechniksystem erfasst und gemeldet werden.

15 Wichtig im Zusammenhang mit der Erfindung ist vielmehr die Erkennung von schleichenden Prozessen (die nicht unbedingt einen sofortigen Ausfall einer Anlagenkomponente hervorrufen) wie Verschmutzung, Leistungsabfall durch Abnutzung, Alterung usw., die vom Menschen durch den „Gewöhnungseffekt“ nicht richtig wahrgenommen bzw. richtig interpretiert werden.

20 Genetische Algorithmen in Verbindung mit intelligenten, lernfähigen Netzwerken erlauben darüber hinaus die Erkennung von „riskanten Fahrweisen“, Überlastung bzw. falsche Auslastung von Aggregaten und Systemen u.s.w., was vorteilhaft dem Betreiber / Bediener der technischen Anlage gemeldet werden  
25 kann, beispielsweise in Form eines Betriebsdiagramms (z.B. eines Kennfelds), aus dem sowohl der momentane Betrieb, als auch ein vorgeschlagener, verbesserter Betrieb hervorgeht.

30 Die Darstellung von Abweichungen kann vorteilhaft mittels Kennfelder erfolgen. Basierend auf genetischen Algorithmen ist neben der Fehlervoraussage auch eine Optimierung des Betriebs der technischen Anlage möglich.

35 Weiterhin können mittels genetischer Algorithmen Informationen für das Management-Personal der technischen Anlage gewonnen werden, die eine Aussage über den Gesamtzustand der Anlage

200215864

4

ge und ggf. über in einem Zeitabstand notwendige Wartungsmaßnahmen ermöglichen.

Vorteilhaft ermöglicht der Einsatz von Künstlicher Intelligenz eine Onlineberechnung von System- und Aggregatzuständen von Anlagenkomponenten, d.h. der Betreiber kann auf ein „Fehlverhalten“ in seiner Anlage hingewiesen werden und ist dann in der Lage, vorrausschauende Berechnungen anzustelle, die im eine neue Betrachtungsweise ermöglichen.

10

Beispiel:

Ein erfindungsgemäßes Diagnosesystem meldet dem Betreiber „Fehler an Kohlemühle XX Bereich Mahlwalzen“; durch Gegenkontrolle wird festgestellt, dass eine Wartung der Kohlemühle benötigt wird (weil dies so vom Hersteller im Wartungshandbuch vorgeschrieben ist).

15

Durch vorrausschauende Berechnung kann durch das erfindungsgemäße Diagnosesystem bestimmt werden, was passiert, wenn der Betreiber seine technische Anlage ohne Wartungsmaßnahme trotzdem weiter im Betrieb belässt und wann der tatsächliche Eintritt eines Betriebsausfalls der Kohlemühle erwartet wird.

20

Mit der Verbindung von genetischen Algorithmen und Neuronalen Netzen sowie ggf. Kohonen-Netzwerken lässt sich eine Vielzahl an Aussagen hinsichtlich des aktuellen und/oder zukünftigen Zustandes der technischen Anlage treffen, insbesondere, wann eine Wartungsmaßnahme erforderlich sein wird.

25

30

200215864

5

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Diagnose einer technisches Anlage,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
die Diagnose erstellt wird mittels mindestens eines neuro-  
nalen Netzes und mindestens eines genetischen Algorithmus,  
welche ein Modell mindestens einer Komponente der techni-  
schen Anlage umfassen.  
10
2. Verfahren nach Anspruch 1  
dadurch gekennzeichnet, dass  
zur Bestimmung von Parametern des neuronalen Netzes der  
mindestens eine genetische Algorithmus herangezogen wird.  
15
3. Vorrichtung zur Diagnose einer technisches Anlage,  
gekennzeichnet durch  
mindestens eine Recheneinheit, mittels welcher mindestens  
ein neuronales Netz und ein genetischer Algorithmus reali-  
siert ist, welche ein Modell mindestens einer Komponente  
der technischen Anlage umfassen.  
20
4. Vorrichtung nach Anspruch 3,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
mindestens ein Parameter des neuronalen Netzes durch den  
mindestens einen genetische Algorithmus bestimmt ist.  
25

200215864

6

## Zusammenfassung

Verfahren und Vorrichtung zur Diagnose einer technischen Anlage

5

Bei einem erfindungsgemäßen Verfahren sowie einer entsprechenden Vorrichtung zur Diagnose einer technischen Anlage ist es vorgesehen, dass die Diagnose mittels mindestens eines neuronalen Netzes und mindestens eines genetischen Algorithmus, welche ein Modell mindestens einer Komponente der technischen Anlage umfassen, erstellt wird.

10



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☒ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**